

UNTUK KALANGAN SENDIRI

**BUKU PANDUAN  
PRAKTIKUM HIDROLIKA**

oleh :

**IR.KAMALUDDIN LUBIS.MT**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**MEDAN**

**2017**

## DAFTAR ISI

PENDAHULUAN .....	
EKSPERIMEN 1 : Karakteristik Pengaliran Di Atas Rectangular Notch .....	3
EKSPERIMEN 2 : Karakteristik Pengaliran Di Atas Vee Notch .....	9
EKSPERIMEN 3 : Karakteristik Pengaliran Di Atas Broad Crested Weir .....	13
EKSPERIMEN 4 : Debit Di Bawah Sluice Gate .....	18
EKSPERIMEN 5 : Kedalaman Krtsi – Specific Energy .....	23
EKSPERIMEN 6 : Hydraulic Jump .....	28
EKSPERIMEN 7 : Karakteristik Pengaliran Di Atas Gravel Bed .....	32
EKSPERIMEN 8 : Pusat Tekanan Pada Bidang Rata Yang Terbenam Sebagian .	36
EKSPERIMEN 9 : Pusat Tekanan Pada Bidang Rata Yang Terbenam Di Dalam Air .....	41

## PENDAHULUAN

Kegiatan praktikum Hidrolika ini bagi mahasiswa teknik sipil sangat besar manfaatnya, terutama jika dilihat dari tujuan praktikum itu sendiri. Dengan bakal teori di bangku kuliah, mahasiswa diberi kesempatan untuk mengembangkan wawasan ilmu pengetahuan teknologi dan penerapannya serta dapat berhubungan langsung dengan penggunaan perangkat laboratorium.

Dalam pelaksanaan praktikum Hidrolika di Laboratorium Hidrolika Universitas Sumatera Utara, beberapa hukum fluida sederhana serta fenomena-fenomena fluida yang dapat member tambahan wawasan ilmu akademis

Percobaan-percobaan yang dilakukan tersebut antara lain untuk mengetahui daya hampa fluida dengan berbagai bentuk benda yang bergerak didalam fluida, menentukan adanya beberapa. Menentukan koefisien pengatur aliran akibat penyempitan kekerasan dasar saluran.

Demikian semoga buku panduan ini dapat membantu mahasiswa untuk melakukan praktikum selanjutnya.

Medan, Februari 2017

Ir.Kamaluddin Lubis, MT

# EKSPERIMEN 1

## KARAKTERISTIK PENGALIRAN

### DI ATAS "RECTANGULAR NOTCH"

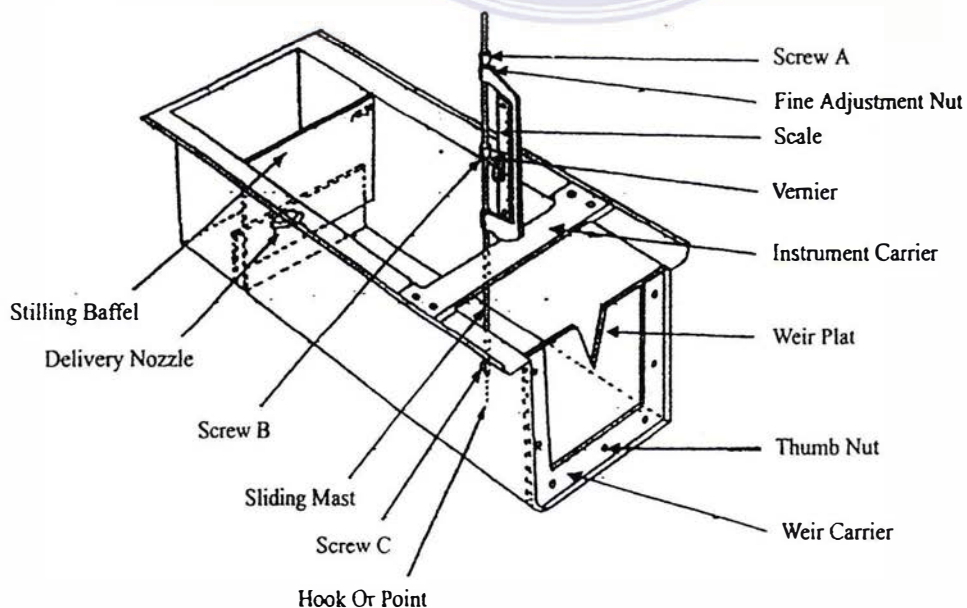
#### 1. TUJUAN PERCOBAAN

- Menyelidiki hubungan antara ketinggian muka air di atas tepi ambang dan debit pengaliran yang melalui rectangular notch.
- Menentukan koefisien debit pengaliran yang melalui rectangular notch.

#### 2. PERALATAN

- a. Hydraulic Bench
- b. Hook and Point Gauge
- c. Rectangular Notch
- d. Stopwatch
- e. Jangka Sorong

#### 3. TEORI



### a. Dasar Teori

Besarnya aliran dalam suatu aliran dapat dihitung dengan berbagai cara. Untuk pada sungai-sungai kecil dan alur-alur buatan dapat dengan mudah diukur dengan penggunaan bendung atau juga tabung jenis ventur.

Pengukuran ini dapat dilakukan dengan menggunakan model di laboratorium. Yang hasil pengukuran tersebut menunjukkan hubungan antara tinggi energi dan debit.

Untuk mendapatkan hasil yang teliti perlu diperhatikan hal-hal seperti permukaan bendung bagian hulu yang harus vertikal dan tegak lurus terhadap alurnya, ketinggian H yang harus diukur cukup jauh dari hulu bendung. Ini menghindari pengaruh kelengkungan permukaan air di dekat bendung tersebut.

Rumus baku untuk aliran di atas bendung empat persegi panjang adalah sebagai berikut :

$$Q = C_d \frac{2}{3} B \sqrt{2g} \cdot H^{\frac{3}{2}}$$

Dimana : Q = debit pengaliran

$C_d$  = koefisien debit

B = lebar "Notch"

H = tinggi air di atas bagian bawah "Notch"

g = percepatan gravitasi

## b. Teori Tambahan

Rectangular Notch adalah salah satu jenis aliran terbuka. Aliran pada saluran terbuka merupakan perturunan Fluida dengan kecepatan (*Density*) yang berbeda. Biasanya pada saluran terbuka, dan *Fluida* itu adalah udara dan air dimana kecepatan udara yang lebih kecil dari pada kecepatan air.

Aliran pada saluran terbuka hampir seluruh saluran dialirannya bersifat terbuka. Hanya pada batas-batasnya (dasar saluran atau tebing saluran level baik) ada bagian kecil yang bersifat berbeda. Dikarenakan adanya tekanan pada permukaan air debit adanya perbedaan pada gesekan pada dinding saluran dasar saluran maupun tebing saluran, maka kecepatan aliran pada suatu potongan melintang saluran tidak seragam, ketidakseragaman ini juga dipengaruhi oleh bentuk melintang saluran kekesatan saluran dan lokasi saluran.

Kecepatan maksimum umumnya terjadi pada jarak 0.05-0.25 kedalaman air yang dihitung dan permukaan namun pada aliran yang sangat lebar dengan kedalaman dangkal (*shallow*), kecepatan maka terjadi pada permukaan air. Maka saluran kecepatan maksimumnya semakin dalam.

#### 4. APLIKASI

Weir adalah sebuah obstruksi yang dilalui cairan di dalam sebuah aliran terbuka. Aplikasinya banyak dipakai pada sistem pengolahan limbah, irigasi dan saluran pembuangan limbah. Pengukuran dapat dilakukan dengan mengukur kecepatan aliran dengan satuan yang umum yaitu gallon per menit (gpm) menjadi gallon per hari. Laju alir sebagai fungsi dari ketinggian head di atas cekung weir dan lebar bukaan (notch).

Secara umum ada tiga bentuk weir notch yaitu segiempat (rectangular), segitiga (V-notch) dan trapesium (cipoletti). Weir segiempat merupakan salah satu bentuk weir yang sudah lama digunakan karena bentuknya sederhana, konstruksinya mudah dan akurat. Weir segitiga mempunyai jangkauan kapasitas yang lebih besar dan praktis dibandingkan dengan bentuk weir lainnya. Weir trapesium merupakan bentuk weir yang cukup banyak digunakan. Aliran fluida proposional dengan lebar dibawah cekungan weir trapesium

Weir hanya dapat digunakan apabila liquida mengalir dalam channel terbuka, tidak dapat digunakan untuk liquida dalam pipa. Perhitungan pada aliran terbuka lebih rumit dari pada aliran dalam pipa dikarenakan:

- Bentuk penampang yang tidak teratur (terutama sungai)
- Sulit menentukan kekasaran (sungai berbatu sedangkan pipa tembaga licin)
- Kesulitan pengumpulan data di lapangan

## 5. PROSEDUR

- a. Menyiapkan peralatan seperti terlihat pada gambar di atas.
- b. Mengalirkan air ke dalam saluran sampai air mengalir di atas pelat peluap.
- c. Tutup Control Valve dan biarkan air menjadistabil.
- d. Mengatur Vernier Height Gauge ke suatu batas bacaan dengan menggunakan puncak Hook.
- e. Mengalirkan air kedalam saluran dan mengatur Flow Control Valve untuk mendapatkan tinggi "H" yang diinginkan, diawali dengan 10 mm dan dinaikkan secara bertahap setiap 5 mm.
- f. Setelah ujung Hook tepat berada pada permukaan air yang diinginkan dan aliran telah stabil, mengukur debit air yang mengalir dengan membaca volume pada volumetric tank dan waktu dengan menggunakan stopwatch.
- g. Hasil pembacaan dan pengukuran tersebut diisikan pada lembar data.
- h. Mengisi lembar data dari hasil pembacaan dan pengukuran tersebut.

## 6. HASIL DAN PERHITUNGAN

- Ukur dan catat lebar notch
- Tabulasikan Volume: Waktu dan Tinggi "H"
- Hitung dan tabulasi:  $Q$ ;  $H^{2/3}$ ;  $Q^{2/3}$ ;  $C_d$ ;  $\log Q$ ;  $\log H$ .
- Plot hubungan antara:  $Q^{2/3}$  terhadap H

Log Q terhadap Log H

$C_d$  terhadap H



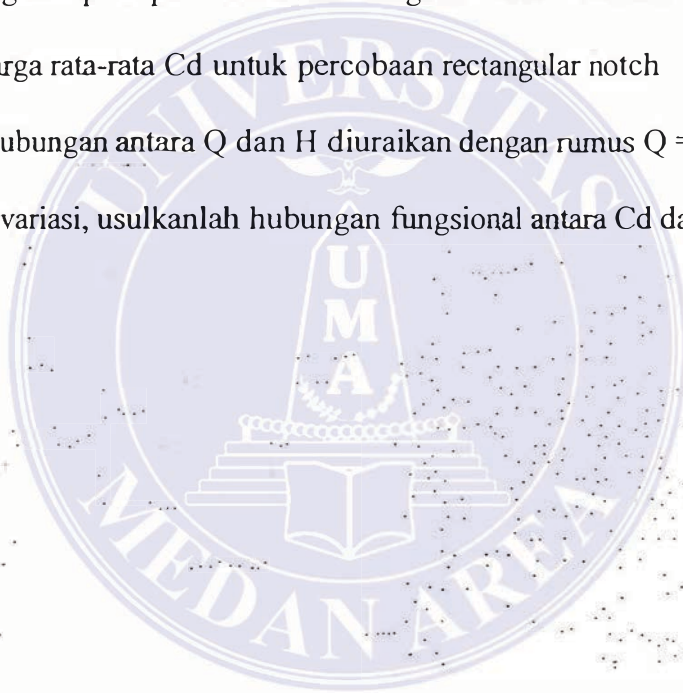
## 7. GRAFIK

Disajikan :

- Grafik hubungan antara  $Q^{2/3}$  dengan H
- Grafik hubungan antara Cd dengan H
- Grafik hubungan antara Log Q dengan Log H

## 8. KESIMPULAN

- Apakah harga Cd pada percobaan “Rectangular Notch” constan
- Estimasi harga rata-rata Cd untuk percobaan rectangular notch
- Dapatkan hubungan antara Q dan H diuraikan dengan rumus  $Q = k.H^{11}$
- Jika Cd bervariasi, usulkanlah hubungan fungsional antara Cd dan H/B



**EKSPERIMEN 2**  
**KAREKTERISTIK PENGALIRAN**  
**DI ATAS “VEE NOTCH”**

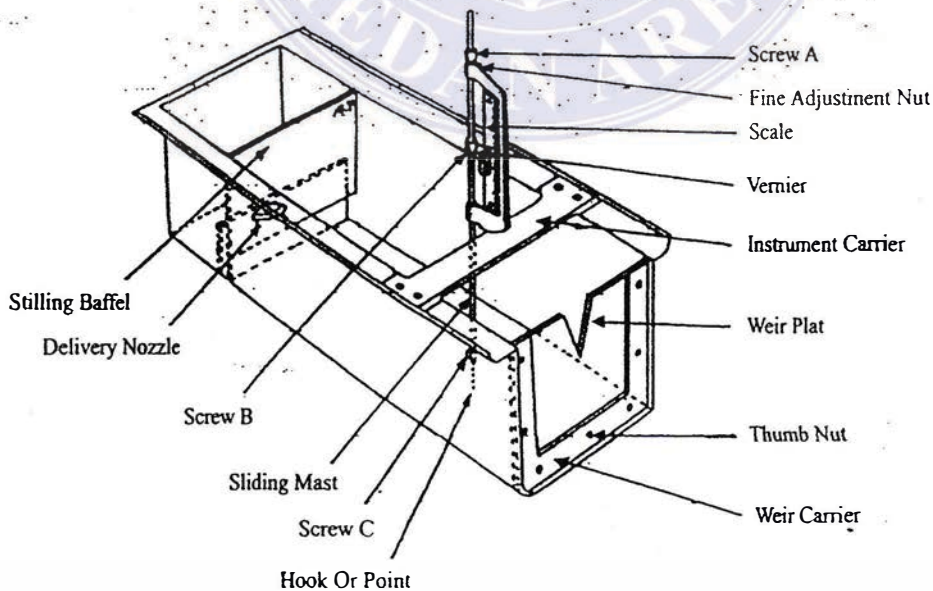
**1. TUJUAN PERCOBAAN**

- Menyelidiki hubungan antara ketinggian muka air di atas tepi ambang dan debit pengaliran yang melalui vee notch.
- Menentukan koefisien debit pengaliran yang melalui vee notch.

**2. PERALATAN**

- a. Hydraulic Bench
- b. Hook and Point Gauge
- c. Vee Notch
- d. Stopwatch
- e. Jangka Sorong

**3. DASAR TEORI**



Bila debit aliran pada saluran relative kecil, penyelidikan dengan menggunakan bendung segitiga, atau yang bertaktik V adalah sangat efisien, sebab hasil yang diberikan akan lebih teliti daripada memakai bendung berpenampang segi empat.

Pengukuran ini dapat dilakukan dengan menggunakan model di laboratorium, yang hasil pengukuran tersebut menunjukkan hubungan antara tinggi energy dan debit.

Persamaan Bernauli berlaku :

$$H + \frac{V_1^2}{2g} = (H_1 - h) + \frac{V_2^2}{2g}$$

Maka :

$$V_2 = \sqrt{2 \cdot g \cdot \left( h - \frac{V_1^2}{2g} \right)}$$

Dengan penampang segitiga (dimana  $\frac{V_1^2}{2g}$  sangat kecil, sehingga dapat diabaikan),

maka :

$$Q = \frac{4}{15} \cdot \sqrt{2g} \cdot H^{3/2}$$

Jika lebar saluran adalah  $B = 2H \cdot \text{tg } \theta/2$ , maka :

$$\begin{aligned} Q &= B \cdot g \\ &= \frac{4}{15} \cdot \sqrt{2g} \cdot H^{3/2} \times H \cdot 2 \text{tg } \frac{\theta}{2} \\ &= \frac{8}{15} \cdot C_d \cdot \sqrt{2g} \cdot \text{tg } \theta \cdot H^{5/2} \end{aligned}$$

Dimana :  $Q$  = debit pengaliran ( $\text{cm}^3/\text{det}$ )

$C_d$  = koefisien debit

$B$  = lebar "Notch" (cm)

$H$  = tinggi air di atas bahagian bawah "Notch" (cm)

$g$  = percepatan gravitasi ( $\text{cm}/\text{s}^2$ )

$\theta$  = sudut vee ( $^\circ$ )

#### 4. APLIKASI

Weir adalah sebuah obstruksi yang dilalui cairan di dalam sebuah aliran terbuka. Aplikasinya banyak dipakai pada sistem pengolahan limbah, irigasi dan saluran pembuangan limbah. Pengukuran dapat dilakukan dengan mengukur kecepatan aliran dengan satuan yang umum yaitu gallon per menit (gpm) menjadi gallon per hari. Laju alir sebagai fungsi dari ketinggian head di atas cekung weir dan lebar bukaan (notch).

Secara umum ada tiga bentuk weir notch yaitu segiempat (rectangular), segitiga (V-notch) dan trapesium (cipoletti). Weir segiempat merupakan salah satu bentuk weir yang sudah lama digunakan karena bentuknya sederhana, konstruksinya mudah dan akurat. Weir segitiga mempunyai jangkauan kapasitas yang lebih besar dan praktis dibandingkan dengan bentuk weir lainnya. Weir trapesium merupakan bentuk weir yang cukup banyak digunakan. Aliran fluida proposional dengan lebar dibawah cekungan weir trapesium.

Weir hanya dapat digunakan apabila liquids mengalir dalam channel terbuka, tidak dapat digunakan untuk liquids dalam pipa. Perhitungan pada aliran terbuka lebih rumit dari pada aliran dalam pipa dikarenakan:

- Bentuk penampang yang tidak teratur (terutama sungai)
- Sulit menentukan kekasaran (sungai berbatu sedangkan pipa tembaga licin)
- Kesulitan pengumpulan data di lapangan

#### 5. PROSEDUR

- a. Menyiapkan peralatan seperti terlihat pada gambar di atas.
- b. Mengalirkan air kedalam saluran sampai air mengalir di atas pelat peluap.
- c. Menutup Control Valve dan membiarkan air menjadi stabil.
- d. Mengatur Vernier Height Gauge kesuatu batas bacaan dengan menggunakan pencak Hook.

- e. Mengalirkan air ke dalam saluran dan mengatur Flow Control Valve untuk mendapatkan tinggi "H" yang diinginkan, diawali dengan 1 cm dan menaikkan secara bertahap setiap 0,3 cm.
- f. Mengukur debit air yang mengalir dengan membaca volume pada volumetric tank dan waktu dengan menggunakan stopwatch setelah ujung Hook tepat berada pada permukaan air yang diinginkan dan aliran telah stabil.
- g. Mengisikan hasil pembacaan dan pengukuran tersebut pada lembar data.

## 6. HASIL DAN PERHITUNGAN

- Ukur sudut notch
- Tabulasikan Volume: Waktu dan Tinggi "H"
- Hitung dan tabulasi:  $Q$ ;  $Q^{2/5}$
- Plot hubungan antara:  $Q^{2/5}$  terhadap H dan tentukan harga Cd dari kemiringan grafik  $45^\circ$

## 7. GRAFIK

Disajikan :

- Grafik hubungan antara  $Q^{2/3}$  dengan H
- Grafik hubungan antara Cd dengan H
- Grafik hubungan antara Log Q dengan Log H

## 8. KESIMPULAN

- Apakah harga Cd pada percobaan "Vee Notch" constant.
- Apakah keuntungan dan kerugian memplot  $Q^{2/5}$  terhadap H dari pada memplot Q terhadap H.

## EKSPERIMEN 3

### KARAKTERISTIK PENGALIRAN DI ATAS “BROAD CRESTED WEIR”

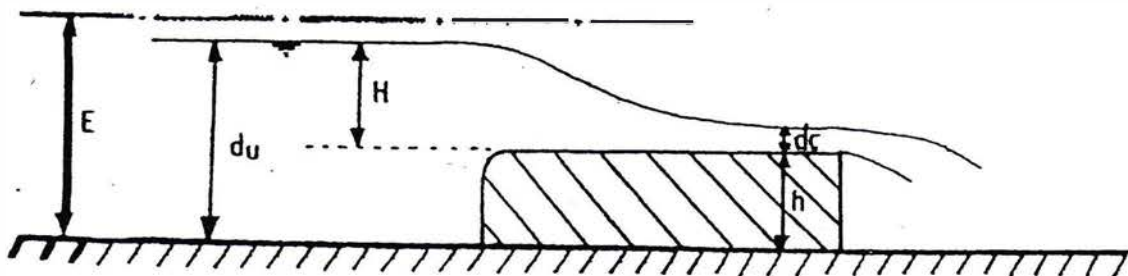
#### 1. TUJUAN PERCOBAAN

Menentukan besarnya koefisien debit pada suatu pengaliran di dalam laboratorium dengan pengaliran di atas broad crested weir.

#### 2. PERALATAN

- Multi Purpose Teaching Flume
- Hook and Point Gauge
- Perangkat Pitot Tube
- Broad Crested Weir
- Jangka Sorong

#### 3. DASAR TEORI



Untuk pengaliran diatas broad crested weir berlaku persamaan bernauli,

$$\text{yaitu : } H = H_c + \frac{V^2}{2g}$$

$$\text{atau } V = \sqrt{2g(H - H_c)}$$

dimana :

H = tinggi muka air hulu diatas weir

H<sub>c</sub>=d<sub>c</sub> = kedalaman air kritis

V = kecepatan aliran pada H<sub>c</sub>

g = percepatan gravitasi

Apabila lebar weir adalah B dan koefisien debit adalah C<sub>d</sub>, maka debit yang mengalir melalui broad crested weir adalah :

$$Q = C_d \cdot B \cdot H_c \cdot V$$

$$Q = C_d \cdot B \cdot H_c \sqrt{2g(H - H_c)}$$

$$Q = C_d \cdot B \sqrt{2g(H \cdot H_c^2 - H_c^3)}$$

Dengan pengaliran dihilir weir jatuh bebas, maka kedalaman diatas weir adalah kedalaman yang memberikan debit maksimum sehingga harga (H.H<sub>c</sub><sup>2</sup> - H<sub>c</sub><sup>3</sup>) juga maksimum. Maka diperoleh :

$$\frac{d(H \cdot H_c^2 - H_c^3)}{d.H_c} = 0$$

$$2.H_c - H_c^2 = 0$$

$$H_c = 2/3 H$$

Jadi ;

$$Q = Cd.B \sqrt{2g(H.Hc^2 - Hc^3)}$$

$$Q = Cd.B \sqrt{2g \left\{ H \left( \frac{2}{3} H \right)^2 - \left( \frac{2}{3} H \right)^3 \right\}}$$

$$Q = Cd.B \sqrt{2g \left( \frac{4}{27} H^3 \right)}$$

$$Q = Cd.B.1,705.H^{\frac{3}{2}}$$

Maka debit yang melalui broad crester adalah :

$$Q = 1,705.Cd.B.H^{\frac{3}{2}}$$

#### 4. APLIKASI

Debit air sungai adalah tinggi permukaan air sungai yang terukur oleh alat ukur permukaan air sungai. Pengukurannya dilakukan tiap hari, atau dengan pengertian yang lain debit atau aliran sungai adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai per satuan waktu. Dalam sistem satuan SI besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik ( $m^3/dt$ ). Sungai dari satu atau beberapa aliran sumber air yang berada di ketinggian, umpamanya disebuah puncak bukit atau gunung yg tinggi, dimana air hujan sangat banyak jatuh di daerah itu, kemudian terkumpul dibagian yang cekung, lama kelamaan dikarenakan sudah terlalu penuh, akhirnya mengalir keluar melalui bagian bibir cekungan yang paling mudah tergerus air.

Selanjutnya air itu akan mengalir di atas permukaan tanah yang paling rendah, mungkin mula mula merata, namun karena ada bagian-bagian dipermukaan tanah yg tidak begitu keras, maka mudalah terkikis, sehingga menjadi alur alur yang tercipta makin hari makin panjang, seiring dengan makin deras dan makin seringnya air mengalir di alur itu.

Semakin panjang dan semakin dalam, alur itu akan berbelok, atau bercabang, apabila air yang mengalir disitu terhalang oleh batu sebesar alur itu,



atau batu yang banyak, demikian juga dgn sungai di bawah permukaan tanah, terjadi dari air yang mengalir dari atas, kemudian menemukan bagian-bagian yang dapat di tembus ke bawah permukaan tanah dan mengalir ke arah dataran rendah yg rendah.lama kelamaan sungai itu akan semakin lebar

## 5. PROSEDUR

- a) Memastikan bahwa flume horizontal.
- b) Menempatkan Sharp Broad Crested Weir dan alirkan air sampai mengalir di atas weir tersebut.
- c) Menghentikan pengaliran dan apabila air telah mengalir di atas weir pasanglah Hook and Point Gauge agak ke hulu dari weir.
- d) Melakukan pembacaan data dengan mengukur tinggi weir.
- e) Mengatur pengaliran air ke dalam flume untuk mendapatkan tinggi tekanan "H" dengan memperbesarnya setiap 5 mm secara bertahap. Untuk masing-masing tahapan itu diukur dan mencatat debit "Q", tinggi tekanan "H", kedalaman air di hulu "du", dan kedalaman air kritis "dc". Pengukuran debit dan tinggi tekanan dilakukan setelah pengaliran air di dalam stabil.
- f) Mengamati sket profil muka air.

## 6. HASIL DAN PERHITUNGAN

- Ukur lebar tinggi weir
- Hitung harga Cd
- Plot hubungan antara:  $Q^{2/3}$  terhadap H

Log Q terhadap Log H

$C_d$  terhadap H

## 7. GRAFIK

Disajikan :

- Grafik hubungan antara  $C_d$  dengan  $H$
- Grafik hubungan antara  $\log Q$  dengan  $\log H$

## 8. KESIMPULAN

- Efek apakah dari debit yang lebih besar terhadap konstanta 1,705. Apakah konstanta itu semakin besar atau semakin kecil.
- Apakah pengaliran di atas weir tetap paralel
- Apakah panjang weir mempengaruhi koefisien debit  $C_d$ .



## EKSPERIMEN 4 DEBIT DI BAWAH "SLUICE GATE"

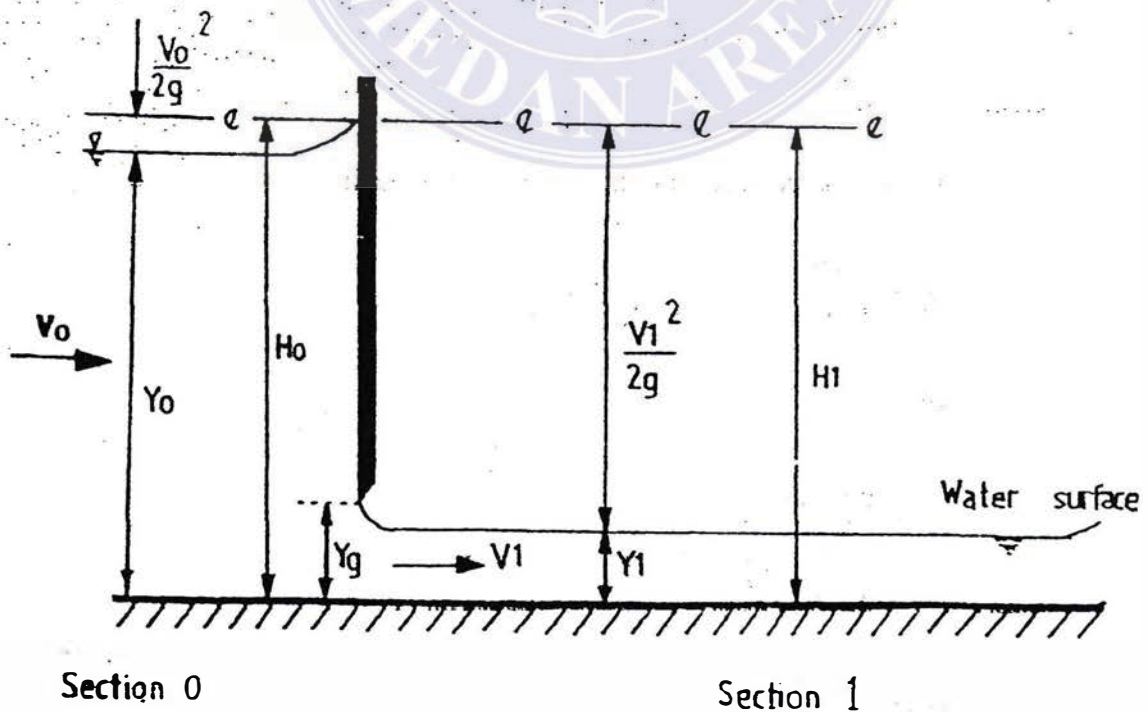
### 1. TUJUAN PERCOBAAN

- Menentukan besarnya debit pengaliran di bawah "Sluice Gate".

### 2. PERALATAN

- a. Multi Purpose Teaching Flume
- b. Hook and Point Gauge
- c. Perangkat Pitot Tube
- d. Adjustable Undershot Weir
- e. Jangka Sorong
- f. Stopwatch

### 3. DASAR TEORI



Sluice Gate merupakan pintu pengatur bagi pengaliran air dibawahnya sehingga dapat menentukan besarnya kecepatan pengaliran dibawahnya. Ambang yang berukuran besar dipasang untuk mengukur aliran sungai atau aliran-aliran yang disalurkan untuk saluran irigasi.

Persamaan Bernoulli dapat dipakai untuk menghitung debit dari suatu aliran yang melalui sluice gate, tetapi kehilangan dari satu section ke section lainnya diabaikan. Aliran di bawah sluice gate adalah contoh dari aliran converging dimana untuk persamaan yang tepat untuk debit dapat ditentukan dengan persamaan energi antara section 0 dan section 1, yaitu :

$$H_0 = H_1$$

Dimana :  $H_0$  = tinggi energi di section 0

$H_1$  = tinggi energi di section 1

Sebelum persamaan di atas dikembangkan perlu dicatat bahwa streamlines pada section 1 adalah paralel (permukaan air paralel dengan dasar saluran), sehingga distribusi tekanan adalah hydrostatic, yaitu  $y_1$ .

Juga akan diperlihatkan, distribusi kecepatan pada section 1 adalah seragam sehingga total setiap streamline adalah  $H_1$ .

Maka :

$$H_0 = H_1$$

$$y_0 + \frac{V_0^2}{2g} = y_1 + \frac{V_1^2}{2g}$$

Substitusi harga kecepatan kedalam bentuk debit (Q).

$$y_0 + \frac{Q^2}{2gb^2y_0^2} = y_1 + \frac{Q^2}{2gb^2y_1^2}$$

Jadi :

$$Q = \frac{by_0\sqrt{2gy_1}}{\sqrt{\left(\frac{y_0}{y_1} + 1\right)}}$$

$$Q = \frac{by_1\sqrt{2gy_0}}{\sqrt{\left(\frac{y_1}{y_0} + 1\right)}}$$

Reduksi dalam aliran akibat hambatan kekentalan antara section 0 dan section 1 ditentukan oleh koefisien  $C_v$ . Koefisien  $C_v$  bervariasi yaitu :  $0.95 < C_v < 1.0$  bergantung pada geometri dari pola pengaliran (ditunjukkan oleh perbandingan  $y_1/y_0$ ) dan gesekan.

$$Q = \frac{C_v \cdot b \cdot y_1 \sqrt{2gy_0}}{\sqrt{\left(\frac{y_1}{y_0} + 1\right)}}$$

Kedalaman air di hilir  $y_1$  dapat ditunjukkan sebagai fraction dari bukaan gate,  $y_g$  yaitu :

$$y_1 = C_c \cdot y_g$$

$C_c$  adalah koefisien kontraksi yang pada umumnya harga koefisien ini adalah 0,61.

$$Q = \frac{C_v \cdot C_c \cdot b \cdot y_g \sqrt{2gy_0}}{\sqrt{\left(\frac{C_c \cdot y_g}{y_0} + 1\right)}}$$

Oleh karena itu debit yang di bawah sluice gate dapat dituliskan sebagai berikut

$$Q = C_d \cdot b \cdot y_g \cdot \sqrt{2g \cdot y_0}$$

Dimana  $C_d$  adalah fungsi dari  $C_v$ ,  $C_c$ ,  $y_g$  dan  $y_0$ .

Rumus yang digunakan dalam perhitungan :

$$A_0 = B \cdot y_0$$

$$A_1 = B \cdot y_1$$

$$V_0 = Q/A_0$$

$$V_1 = Q/A_1$$

$$E_0 = y_0 + \frac{V_0^2}{2g}$$

$$E_1 = y_1 + \frac{V_1^2}{2g}$$